

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

PCT/FR 00/03648

EU

# BREVET D'INVENTION

REC'D 14 MAR 2001

WIPO

PCT

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 31 JAN. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1 a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLESIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04  
Télécopie : 01 42 93 59 30  
<http://www.inpi.fr>

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**INPI**INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**



N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 26C899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>24 DEC 1999</b> LIEU <b>33 INPI BORDEAUX</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  CABINET THEBAULT 111 cours du Médoc 33300 BORDEAUX	
N° D'ENREGISTREMENT <b>9916447</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>24 DEC. 1999</b>			
<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) JLT/KB/AT-19			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date <input type="text"/>
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date <input type="text"/>
		N°	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) PANNEAU D'ATTENUATION ACOUSTIQUE A COUCHE RESISTIVE A PROPRIÉTÉ STRUCTURALE ET SON PROCÉDE D'OBTENTION			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		AEROSPATIALE MATRA AIRBUS	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	37 boulevard de Montmorency	
	Code postal et ville	75781	PARIS CEDEX 16
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PAGES DATE <b>24 DEC 1999</b> LIEU <b>33 INPI BORDEAUX</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>9916447</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
<b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i>		JLT/KB/AT-19	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		POUCHUCQ	
Prénom		Bernard	
Cabinet ou Société		CABINET THEBAULT	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	111 cours du Médoc	
	Code postal et ville	33300	BORDEAUX
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		05.56.11.24.50	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		05.56.11.24.55	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Bernard POUCHUCQ - CPI 92 1204		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 	

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		J.T/KB/AT-19	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		5516447	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) PANNEAU D'ATTENUATION ACOUSTIQUE A COUCHE RESISTIVE A PROPRIETE STRUCTURALE ET SON PROCEDE D'OBTENTION			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> AEROSPATIALE MATRA AIRBUS 37 boulevard de Montmorency 75781 PARIS CEDEX 16			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
<b>Nom</b>		ANDRE	
<b>Prénoms</b>		Robert	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	1 Chemin de la Cure	
	<b>Code postal et ville</b>	31120	LA CROIX-FALGARDE
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>Nom</b>		PORTE	
<b>Prénoms</b>		Alain	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	8 Allée de Belle-Ile	
	<b>Code postal et ville</b>	31770	COLOMIERS
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>Nom</b>		BATARD	
<b>Prénoms</b>		Hervé	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	9 Allée des Frères Higouneng	
	<b>Code postal et ville</b>	31170	TOURNEFEUILLE
<b>Société d'appartenance (facultatif)</b>			
<b>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b>			
B. POUCHUCQ - CPI 92 1204			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## **PANNEAU D'ATTENUATION ACOUSTIQUE A COUCHE RESISTIVE A PROPRIETE STRUCTURALE ET SON PROCEDE D'OBTENTION**

La présente invention a trait à un panneau d'atténuation acoustique plus particulièrement destiné à l'absorption au moins partielle de l'énergie sonore de flux de gaz à grande vitesse.

L'invention sera décrite dans son application à la réalisation de panneaux  
5 d'atténuation du bruit engendré notamment par des turbomoteurs d'aéronefs, en certains emplacements de la nacelle, par exemple à l'entrée et à la sortie du canal de fan, mais il est bien entendu que l'invention est susceptible d'applications dans tout autre environnement où s'avère nécessaire ou souhaitable d'utiliser une structure du type panneau alliant légèreté, grande  
10 résistance mécanique et propriétés acoustiques.

Le panneau selon l'invention est du type bien connu constitué d'un sandwich comprenant une structure alvéolaire du type nid d'abeilles flanquée, côté veine aérodynamique, d'une couche acoustiquement résistive et, du côté opposé, d'un réflecteur arrière. La structure alvéolaire peut être simple, c'est-à-  
15 dire à résonateur unique ou à âme alvéolaire monocouche, ou bien multiple, c'est-à-dire à résonateurs superposés ou à âme alvéolaire formée de plusieurs couches superposées séparées ou non par des septums.

La couche acoustiquement résistive a un rôle dissipatif. Lorsque l'onde sonore la traverse, il se produit des effets visqueux qui transforment  
20 partiellement l'énergie acoustique en chaleur. La structure alvéolaire qui se trouve derrière la couche résistive piège cette onde sonore grâce aux cellules

qui se comportent comme des guides d'onde perpendiculaires à la surface de ladite couche, l'onde se réfléchissant sur le réflecteur arrière du panneau.

Pour obtenir une bonne atténuation acoustique, il est nécessaire de réunir un certain nombre de conditions dont les principales sont une bonne  
5 adéquation de la hauteur des cellules de la structure alvéolaire aux fréquences de l'onde sonore que l'on veut traiter et l'adaptation de l'impédance des couches résistives (septum et face avant) de telle sorte qu'elles produisent un maximum de dissipation aux fréquences d'intérêt.

De plus, il est donc essentiel d'avoir une homogénéité acoustique  
10 optimale tant au niveau des couches résistives qu'à celui de la structure alvéolaire.

Par ailleurs, un tel panneau doit, du fait de son environnement, résister à des conditions sévères d'utilisation. En particulier il ne doit pas présenter de risque de délamination de la couche résistive même en présence de forte  
15 dépression et doit être résistant à l'érosion ou abrasion ainsi qu'à la corrosion, avoir une bonne conductivité électrique et être apte à absorber l'énergie d'un impact mécanique.

Un tel panneau doit également et bien entendu avoir des propriétés structurales suffisantes pour notamment recevoir et transférer les efforts  
20 aérodynamiques, inertiels et ceux liés à la maintenance de la nacelle, vers les liaisons structurales nacelle/moteur.

L'état de surface de la couche résistive doit enfin satisfaire aux exigences aérodynamiques de l'environnement.

Les panneaux d'atténuation acoustique connus, notamment ceux utilisés  
25 sur les nacelles de turbomoteurs, répondent avec plus ou moins de bonheur à l'ensemble des exigences ci-dessus.

Parmi ces panneaux, tous constitués sur le même principe d'une structure résonante comprenant une couche avant résistive et une structure alvéolaire fermée par un réflecteur arrière, on peut citer ceux mettant en œuvre  
30 un traitement dit non linéaire à un seul degré de liberté et illustrés par exemple par le brevet européen EP 0 038 746 délivré au nom du Demandeur.



Un tel panneau comprend un nid d'abeilles flanqué, d'un côté, d'une couche résistive acoustique constituée d'un treillis rigide et mince en matériau composite et, de l'autre côté, d'un réflecteur.

Une telle structure présente l'avantage d'une bonne maîtrise du pourcentage de surface ouverte de la couche résistive du fait que ledit treillis est formé de mèches orthogonales de fibres par exemple de carbone délimitant entre elles des ouvertures dont on peut régler la taille lors du processus d'imprégnation des fibres à l'aide d'une résine thermodurcissable puis de durcissement de la résine, le tissu étant soumis à une mise en forme sous pression et sous température afin d'obtenir ledit treillis rigide et mince.

La couche résistive ainsi obtenue présente par ailleurs une bonne résistance structurale et présente enfin l'avantage d'être un composant monocouche.

Cependant ses inconvénients sont également substantiels. Cette couche résistive présente une forte non-linéarité acoustique qui fait que son impédance de surface varie de façon significative avec le niveau acoustique.

De plus, pour ce type de couche, l'écoulement rasant va produire un phénomène de rétrécissement des sections de passage de l'air dans les trous. La résistance acoustique de cette couche va également dépendre de la vitesse de cet écoulement rasant.

En outre, la couche résistive offre une fenêtre fréquentielle d'efficacité restreinte, ainsi qu'une faible résistance à l'érosion.

Suivant une autre modalité de traitement dit linéaire, également à simple degré de liberté, illustrée par exemple par le document GB 2 130 963, la couche résistive est formée de deux composants, à savoir, une couche structurale, côté nid d'abeilles, et une couche microporeuse en surface.

La couche structurale est formée d'un tissu de fibres de carbone à mailles relativement larges définissant un taux d'ouverture d'environ 30 % de la surface totale de la couche.

La couche microporeuse de surface est un tissu à mailles fines de fibres minérales ou synthétiques ou un tissu métallique, faisant office d'amortisseur acoustique.

Les avantages d'une telle structure sont la possibilité d'ajustement de la résistance acoustique de la couche résistive en jouant sur les deux composants de cette dernière, la réduction de la non-linéarité acoustique entraînant une dépendance moindre de la résistance acoustique vis-à-vis du  
 5 niveau acoustique et de la vitesse de l'écoulement tangentiel à la surface de la couche résistive. En outre, on obtient une fenêtre fréquentielle d'efficacité plus large en comparaison avec la solution technique précédente.

Par contre, une telle structure présente l'inconvénient majeur d'un assemblage supplémentaire pénalisant en temps et en coût, du fait du  
 10 caractère bi-composant de la couche résistive. Si les contraintes accrues d'assemblage de cette structure ne sont pas bien maîtrisées, il y a des risques d'inhomogénéité acoustique, ainsi que de délamination de la couche résistive.

Enfin, il existe également un risque de corrosion de la couche exposée microporeuse imposant des contraintes au niveau du choix des matériaux.

15 Suivant une troisième technique de traitement dite à double degré de liberté, le panneau comprend une couche résistive en surface, deux nids d'abeilles superposés séparés par une couche résistive, dite septum, généralement microporeuse et un réflecteur.

Les avantages de cette structure sont l'obtention d'une fenêtre  
 20 fréquentielle d'efficacité très importante, la possibilité d'ajustement de la résistance acoustique en jouant sur les deux couches résistives, la non-linéarité acoustique faible ou modérée.

Par contre, la mise en place de deux structures alvéolaires superposées et séparées par une couche résistive rend le processus de fabrication plus long  
 25 et coûteux et introduit les risques d'inhomogénéités acoustiques entraînés par de possibles désalignements des nids d'abeilles, cumulés aux effets de colle, ainsi que de propagation sonore transverse dans les zones de désalignement.

L'invention vise à pallier les divers inconvénients de ces techniques connues en proposant une nouvelle structure de panneau d'atténuation  
 30 acoustique du type à structure alvéolaire flanquée, d'une part, d'un réflecteur et, d'autre part, d'une couche acoustiquement résistive à deux composants respectivement à propriété acoustique et à propriété structurale, ladite

structure présentant à la fois de très bonnes propriétés mécaniques et des propriétés acoustiques optimales.

A cet effet, l'invention a pour objet un panneau d'atténuation acoustique du type à structure alvéolaire flanquée, d'une part, d'un réflecteur et, d'autre part, d'une couche acoustiquement résistive à deux composants respectivement à propriété acoustique et à propriété structurale, caractérisé en ce que la couche à propriété acoustique est une couche poreuse à propriété de résistance à l'écoulement à l'air, située entre ladite structure alvéolaire et la couche à propriété structurale qui est une couche lisse et ajourée rapportée par collage sur ladite couche poreuse.

Suivant une autre caractéristique du panneau de l'invention, ladite couche à propriété acoustique est choisie dans le groupe comprenant les tissus poreux de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques, les tissus de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique, polymérisée, lesdits tissus étant microperforés ou poreux de fabrication et les tissus poreux métalliques.

Suivant une autre caractéristique du panneau de l'invention, ladite couche à propriété structurale est choisie dans le groupe comprenant les structures composites constituées par bobinage ou dépose filamenteuse de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique, polymérisée, les fibres étant groupées en mèches placées suivant une trame avec un espacement entre mèches déterminé, les tôles composites percées constituées par plusieurs tissus formés de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique, polymérisée et les tôles métalliques percées.

Avantageusement, la couche à propriété structurale présente un taux de surface ouverte de l'ordre de 30 % de la surface totale.

De préférence, le diamètre des trous ou passages ménagés dans la couche à propriété structurale est supérieur à l'épaisseur de cette dernière.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un tel panneau d'atténuation acoustique, caractérisé en ce que l'on réalise la couche

à propriété structurale, on assemble par collage, à l'aide d'un adhésif de réticulation et polymérisation, ladite couche à propriété structurale à la couche à propriété acoustique en sorte d'obtenir une tôle unique constituant ladite couche acoustiquement résistive à bi-composant, puis on assemble par collage, à l'aide d'un adhésif de réticulation, et polymérisation ladite tôle unique, la structure alvéolaire et le réflecteur arrière.

Suivant une variante de ce procédé, on réalise les couches à propriété structurale et à propriété acoustique et on assemble lesdites couches, la structure alvéolaire et le réflecteur arrière par collage à l'aide d'un adhésif de réticulation appliqué au droit des pieds des cellules de ladite structure alvéolaire et polymérisation.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre de divers modes de mises en œuvre de l'invention, description donnée à titre d'exemple uniquement et en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe et en éclaté schématique d'une structure de panneau selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue en coupe similaire illustrant un autre mode de réalisation du panneau selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue partielle de dessus de la couche résistive du panneau de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en coupe et en éclaté d'un autre mode de réalisation du panneau de l'invention ;
- les figures 5a à 5e illustrent différentes étapes de réalisation d'un panneau du type de la figure 1, et.
- la figure 6 est une vue en coupe partielle illustrant un mode de collage de la couche acoustique bi-composant sur la structure alvéolaire.

La structure de panneau représentée sur la figure 1 comprend une âme alvéolaire 1, par exemple un nid d'abeilles, monocouche, pour réaliser un panneau d'atténuation acoustique dit à un seul degré de liberté destiné par exemple à tapisser la paroi d'entrée du canal de fan d'un turbomoteur.

La structure alvéolaire 1 peut être réalisée à titre indicatif en un papier de fibres aramides tel que celui dénommé commercialement "NOMEX".

La structure alvéolaire 1 est flanquée, côté structure support, d'une couche 2 imperméable aux sons formant réflecteur arrière, la face avant du nid d'abeilles 1 étant recouverte d'une couche 3 acoustiquement résistive solidarisée du nid d'abeilles à l'aide d'une colle de réticulation 4.

Conformément à l'invention la couche acoustiquement résistive 3 est constituée de deux composants, à savoir une composante dite structurale 3a présentant une surface libre en contact avec la veine aérodynamique et une composante dite acoustique 3b prise en sandwich entre la composante structurale 3a et l'âme en nid d'abeilles 1. Les deux composants 3a, 3b sont solidarisés à l'aide d'une colle de réticulation 5.

La composante structurale 3a forme une couche capable de recevoir et de transférer les efforts dynamiques et inertiels, ainsi que ceux liés à la maintenance de la nacelle, vers les liaisons structurales nacelle/moteur.

Cette couche 3a présente par ailleurs un taux de surface ouverte suffisamment grand pour limiter les effets de non-linéarité.

Telle qu'illustrée par la figure 1, la couche 3a est elle-même monocomposant et constituée d'une "tôle" perforée.

Par "tôle" on entend ainsi bien une feuille métallique, en aluminium, titane ou autre matériau par exemple, qu'une tôle en matériau composite constituée par exemple d'un tissu de fibres pré-imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique. Un tel tissu, après polymérisation, donne une tôle composite rigide et lisse qui sera percée ensuite selon le taux de surface ouverte recherchée, comme pour la tôle métallique ou naturellement poreuse suivant le procédé de fabrication utilisé.

Le tissu peut être formé par exemple de fibres de carbone ou de verre pré-imprégnées d'une résine époxy ou thermoplastique.

Le taux de surface ouverte d'une tôle perforée 3a est avantageusement de l'ordre de 30 % de la surface exposée de ladite couche 3a. Comme illustré par la figure 6, le rapport diamètre  $\underline{d}$  des trous 6 sur épaisseur  $\underline{e}$  de la couche

3a est de préférence supérieur à un pour réduire les effets néfastes de la non-linéarité acoustique.

Les perforations 6 peuvent être réalisées par divers moyens mécaniques, par laser ou par électroérosion ou directement obtenues par le procédé de fabrication.

La couche acoustiquement résistive 3b est constituée d'une couche poreuse, plus particulièrement d'une tôle microperforée ou plus particulièrement encore d'un tissu très fin de fibres, de carbone, de verre, de Kevlar ou autres fibres minérales ou organiques, naturelles ou synthétiques, sèches ou pré-imprégnées. Dans le cas de fibres pré-imprégnées, le tissu subit une polymérisation. Soit le procédé de fabrication a permis de générer une porosité adaptée soit le tissu est microperforé par des moyens appropriés.

L'assemblage des trois éléments : couche structurale 3a, couche acoustiquement résistive 3b et nid d'abeilles 1 est effectué à l'aide de couches adhésives 4, 5. Le choix des adhésifs et leurs modalités de mise en place, ainsi que le choix du tissu de la couche 3b et les modalités de polymérisation sont déterminés en sorte d'obtenir un taux de surface ouverte après collage dans la couche 3b, correspondant au taux recherché, c'est-à-dire conférant à la couche résistive 3 le facteur de non-linéarité requis.

Le mode de réalisation de la figure 2 est similaire à celui de la figure 1, excepté que la couche structurale externe 3'a de la couche acoustiquement résistive bi-composant 3' est constituée à partir de mèches de fibres déposées suivant une trame de tissu, à savoir des mèches de chaîne 7 et des mèches de trame 8, le maillage ainsi réalisé définissant des ouvertures de passage 9 rectangulaires ou carrées, constituant environ 30 % de la surface de la couche 3'a.

Les fibres des mèches 7, 8 peuvent être du type indiqué plus haut, sèches ou pré-imprégnées. Les mèches 7, 8 sont déposées unitairement par bobinage ou dépose manuelle ou non. Une polymérisation est ensuite effectuée.

L'espacement entre mèches 7, 8 et les conditions de polymérisation sont définis en sorte de conférer à la couche 3'a le facteur de non-linéarité requis.

En variante, la couche acoustiquement résistive 3'b peut être constituée  
5 par un tissu fin métallique approprié poreux dont les propriétés de résistance à l'écoulement à l'air seront bien entendu adaptées au facteur de non-linéarité recherché. Il est à noter que la couche résistive 3b de la structure de la figure 1 pourrait également être constituée d'un tel tissu métallique.

Dans le mode de mise en œuvre illustré par la figure 4, la couche  
10 acoustiquement résistive 3" comprend une composante structurale 3"a tricouche formée de trois tissus ou nappes de fibres superposés, respectivement a, b, c. Les fibres sont constituées par exemple de fibres de carbone, de verre ou de Kevlar, et sont pré-imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique. Les trois couches a, b, c sont ensuite  
15 polymérisées pour former une tôle composite lisse qui sera ensuite percée pour avoir un taux de surface ouverte de l'ordre de 30 % de la surface totale de la surface exposée de la couche 3"a. On a représenté en 6 des trous réalisés de manière régulière dans toute l'épaisseur de la couche 3"a et de manière analogue aux trous 6 de la structure de la figure 1, c'est-à-dire des trous  
20 présentant un diamètre sensiblement supérieur à l'épaisseur totale de la couche 3"a.

La couche acoustique 3"b est par exemple un tissu fin métallique ou textile poreux à propriété de résistance à l'écoulement à l'air conférant à ladite couche le facteur de non-linéarité requis.

25 D'une manière générale les structures acoustiquement résistives selon l'invention se caractérisent par une constitution bi-couche dont chacune est affectée d'une fonction propre, soit structurale, soit acoustiquement résistive, la composante acoustique étant placée en sandwich entre l'âme alvéolaire du panneau et la couche structurale externe qui protège ainsi la composante  
30 acoustique, contrairement aux structures bi-composantes connues dont c'est la couche à propriété structurale qui est prise en sandwich entre l'âme alvéolaire et la couche de surface à propriété acoustique.

Il est à noter également que l'invention s'applique à des panneaux à structure alvéolaire simple ou à un seul degré de liberté comme illustré par les dessins, mais également à des structures alvéolaires à plusieurs degrés de liberté, c'est-à-dire à plusieurs couches de nid d'abeilles par exemple séparées  
5 par des septums formés d'une couche poreuse acoustique résistive.

Les couches acoustiquement résistives des panneaux selon l'invention, bien que constituées de deux composants, présentent néanmoins d'excellentes qualités mécaniques.

En effet, les matériaux des deux composants, structural et acoustique,  
10 sont identiques et compatibles et se prêtent à un bon collage et constituent après polymérisation une tôle unique composite à risque quasi nul de délamination, très résistante à l'érosion, à l'abrasion, aux chocs et de surcroît facile à réparer.

En outre, les couches résistives ont une bonne performance acoustique  
15 notamment en terme de non-linéarité, leur impédance ne dépendant pas du nombre de Mach de l'écoulement rasant.

Les panneaux selon l'invention sont également simples et faciles à réaliser.

Les figures 5a à 5d illustrent un mode de réalisation d'un panneau du  
20 type de la figure 1.

Après constitution et mise en forme de la composante structurale 3a, avec le taux de surface ouverte désiré, par exemple 30 %, on applique (figure 5a) la couche d'adhésif de réticulation 5, puis on place la couche acoustique 3b (figure 5b) et on polymérise à chaud sous pression pour assembler les deux  
25 couches 3a, 3b.

Ensuite, on met en place (figure 5c) l'adhésif de réticulation 4 sur la structure alvéolaire 1.

Enfin (figure 5d), on assemble tous les éléments du panneau par une nouvelle étape de polymérisation sous pression à chaud, un adhésif 10 étant  
30 également mis en place sur l'autre face du nid d'abeilles au droit des pieds des cellules pour le collage de la couche réflectrice arrière 2 qui est elle-même mono ou multi-couche et dont la structure est conventionnelle.



Du fait de la grande porosité de la couche acoustique 3b, on obtient une très bonne adhérence entre nid d'abeilles 1 et couche 3b.

En effet, l'adhésif 4 diffuse bien dans la masse poreuse de la couche 3b et la jonction entre le bord d'extrémité des parois des alvéoles du nid d'abeilles 1 et la face en regard de la couche 3b s'établit en constituant de bons pontages de raccordement au droit des pieds de cellule du nid d'abeilles 5 définissant des liaisons à section allant en s'accroissant au fur et à mesure que l'on se rapproche de la face de ladite couche 3b.

Il est également à noter que, d'une manière générale, l'invention permet 10 de donner à la composante acoustique (couche 3b) une épaisseur très fine, bien inférieure à celle de la couche structurale 3a. A titre d'exemple, la couche 3a pourra avoir une épaisseur de un millimètre, alors que l'épaisseur de la couche 3b pourra être réduite à 0,1 millimètre sans dégradation de ses propriétés acoustiques.

15 La figure 5e illustre une variante de réalisation de l'assemblage des couches 3a, 3b et 1, dans laquelle l'adhésif de réticulation 5 entre les couches 3a et 3b est supprimé. Du fait, en effet, de la faible épaisseur et de la grande porosité de la couche acoustique 3b, il est possible de n'appliquer l'adhésif 4 que sur la face réceptrice du nid d'abeilles 1.

20 L'adhésif 4, comme illustré par la figure 6, migre lors de la polymérisation dans toute l'épaisseur de la couche poreuse 3b et vient en contact avec la face en regard de la couche externe structurale 3a. L'ensemble 3a, 3b, 1 est ainsi solidement fixé.

Dans cet ensemble, le seul adhésif utilisé (4) est déposé uniquement au 25 droit des pieds des cellules du nid d'abeilles 1, ce qui limite l'obstruction des ouvertures de passage 6 au travers de la couche structurale 3a aux seules zones en regard desdits pieds de cellule.

Lors de la réalisation du panneau, les divers composants (1, 3a, 3b) sont bien entendu mis en forme au cours de leur réalisation ou de 30 l'assemblage.

La technique illustrée par les figures 5a à 5e est utilisable avec les diverses variantes de structure de panneau décrites plus haut.

Cette technique permet de concevoir et réaliser facilement des panneaux d'atténuation acoustique à caractéristiques mécaniques performantes et homogènes, adaptés à divers environnements, notamment ceux mentionnés plus hauts tels que les nacelles de turbo-moteurs.

- 5 Sur la figure 6, on a également illustré une variante de réalisation des trous 6 de la couche structurale 3a lors de leur perforation, selon laquelle le débouché externe desdits trous 6 est avantageusement évasé, par tous moyens appropriés, comme représenté en 11, en sorte d'améliorer la linéarité acoustique.
- 10 Enfin, l'invention n'est évidemment pas limitée aux modes de mise en œuvre représentés et décrits ci-dessus mais en couvre au contraire toutes les variantes, notamment en ce qui concerne la nature des matériaux utilisés pour les diverses couches 1, 2, 3a, 3b, le nombre de plis constituant la couche 3" a en matériau composite, la nature de l'adhésif de réticulation et les modalités
- 15 de dépose de cet adhésif et de polymérisation telles que pression, température, durée.

REVENDEICATIONS

---

1. Panneau d'atténuation acoustique du type à structure alvéolaire (1) flanquée, d'une part, d'un réflecteur (2) et, d'autre part, d'une couche acoustiquement résistive (3) à deux composants respectivement à propriété acoustique et à propriété structurale, caractérisé en ce que la couche à  
5 propriété acoustique (3b, 3'b, 3"b) est une couche poreuse à propriété de résistance à l'écoulement à l'air, située entre ladite structure alvéolaire (1) et la couche à propriété structurale (3a, 3'a, 3"a) qui est une couche lisse et ajourée rapportée par collage sur ladite couche poreuse.

2. Panneau suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite  
10 couche à propriété acoustique est choisie dans le groupe comprenant les tissus poreux (3b, 3'b) de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques, les tissus (3"b) de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique, polymérisée, lesdits tissus (3"b) étant microperforés ou poreux de fabrication et les tissus  
15 poreux métalliques (3"b).

3. Panneau suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite couche à propriété structurale est choisie dans le groupe comprenant les structures composites (3'a) constituées par bobinage ou dépose filamentaire de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques imprégnées d'une  
20 résine thermodurcissable ou thermoplastique, polymérisée, les fibres étant groupées en mèches (7, 8) placées suivant une trame avec un espacement entre mèches déterminé, les tôles composites percées (3"a) constituées par plusieurs tissus de fibres minérales ou organiques naturelles ou synthétiques imprégnées d'une résine thermodurcissable ou thermoplastique, polymérisée et  
25 les tôles métalliques percées (3a).

4. Panneau suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la couche à propriété structurale (3a, 3'a, 3"a) présente un taux de surface ouverte de l'ordre de 30 % de la surface totale.

5. Panneau suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le diamètre des trous (6) ou passages (9) ménagés dans la couche à propriété structurale (3a, 3'a, 3"a) est supérieur à l'épaisseur de cette dernière.

6. Panneau suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que  
5 le rapport des épaisseurs de la couche à propriété structurale (3a, 3'a, 3"a) et de la couche à propriété acoustique (3b, 3'b, 3"b) est de l'ordre de 10.

7. Panneau suivant la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que le débouché externe (11) des trous (6) de la couche à propriété structurale (3a; 3"a) est évasé.

10 8. Panneau suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la structure alvéolaire (1) est constitué de plusieurs couches superposées séparées par des septums constitués de couches poreuses.

9. Procédé de réalisation d'un panneau selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'on réalise la couche à propriété  
15 structurale (3a, 3'a, 3"a), on assemble par collage, à l'aide d'un adhésif (5) de réticulation, et polymérisation, ladite couche à propriété structurale à la couche à propriété acoustique (3b, 3'b, 3"b) en sorte d'obtenir une tôle unique constituant ladite couche acoustiquement résistive à bi-composant (3, 3', 3"), puis on assemble par collage, à l'aide d'un adhésif (4) de réticulation, et  
20 polymérisation, ladite tôle unique (3, 3', 3"), la structure alvéolaire (1) et le réflecteur arrière (2).

10. Procédé de réalisation d'un panneau selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'on réalise les couches à propriété structurale (3a, 3'a, 3"a) et à propriété acoustique (3b, 3'b, 3"b) et on  
25 assemble lesdites couches, la structure alvéolaire (1) et le réflecteur arrière (2), par collage à l'aide d'un adhésif de réticulation (4) appliqué au droit des pieds des cellules de ladite structure alvéolaire (1) et polymérisation.

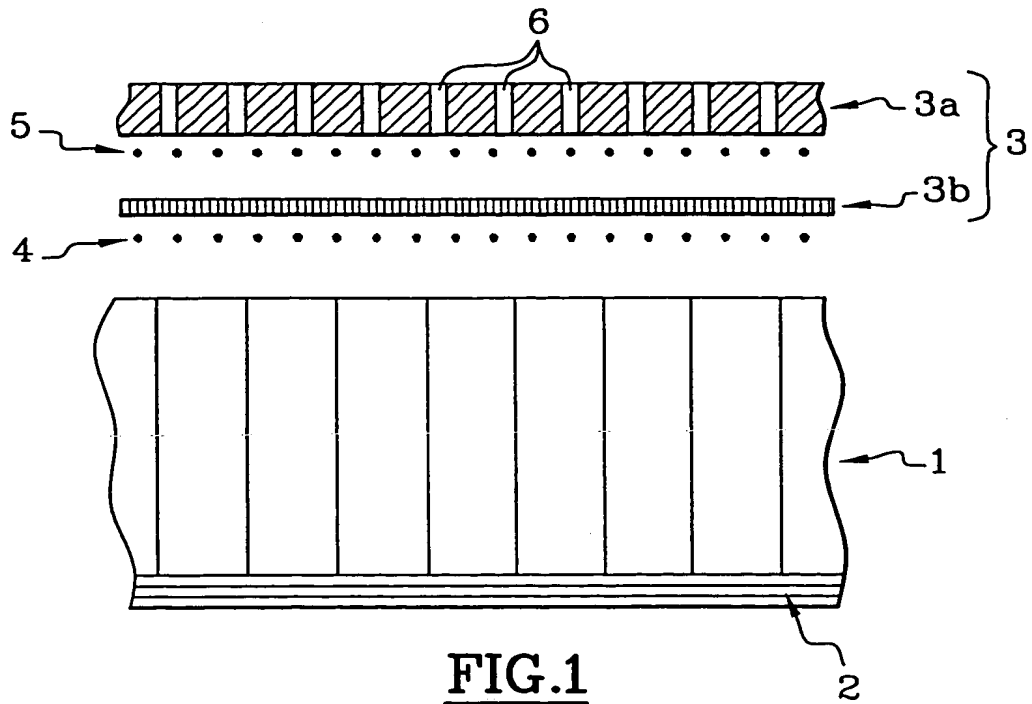


FIG. 1

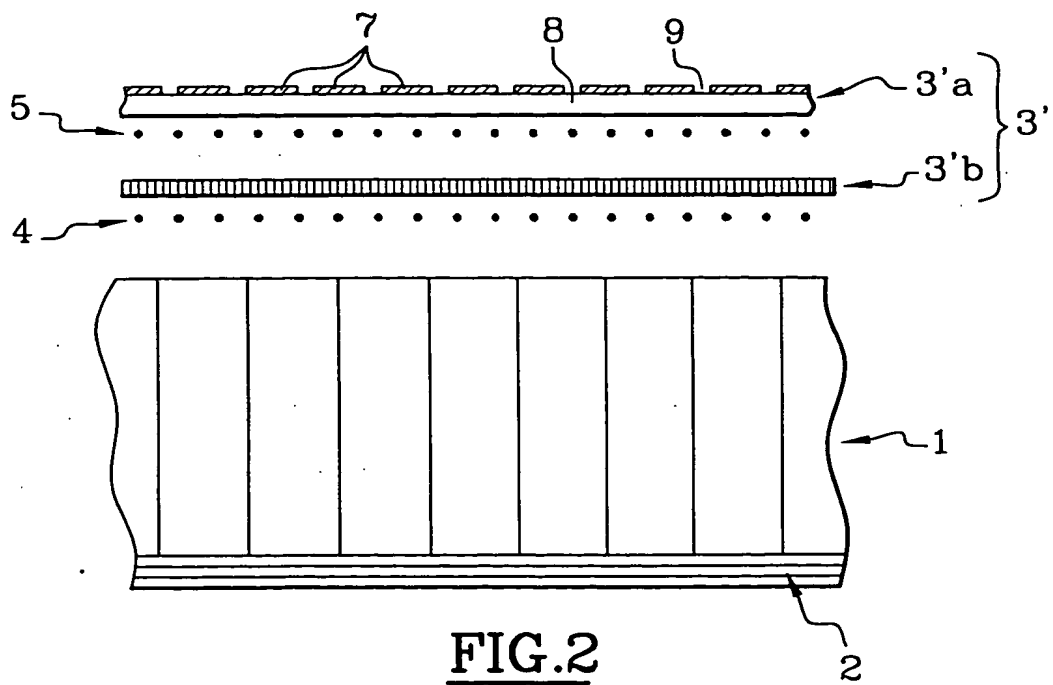


FIG. 2

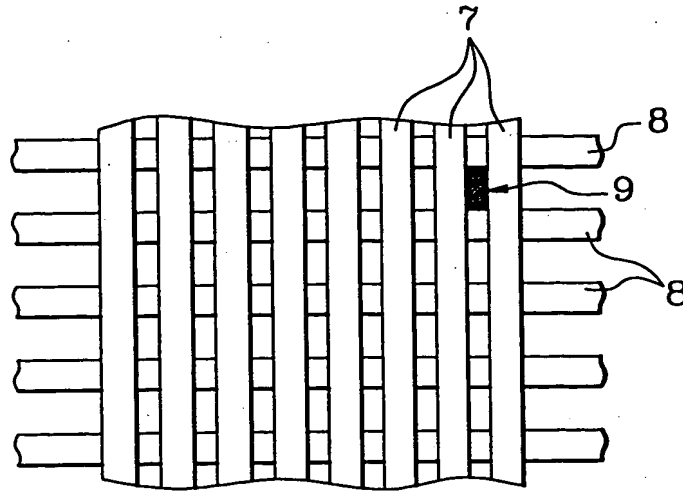


FIG. 3

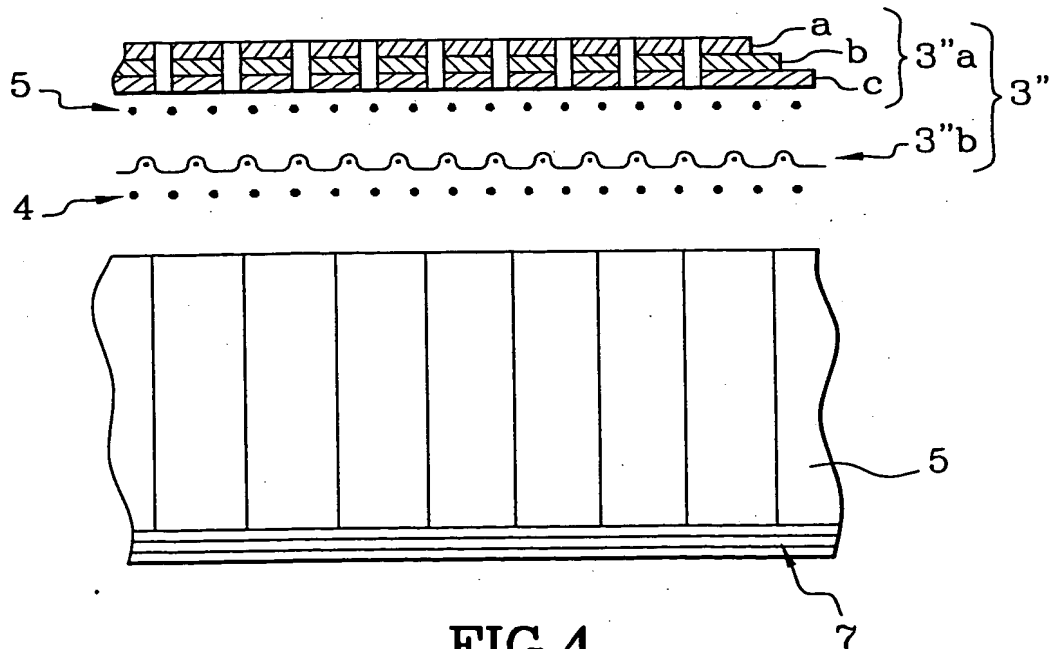
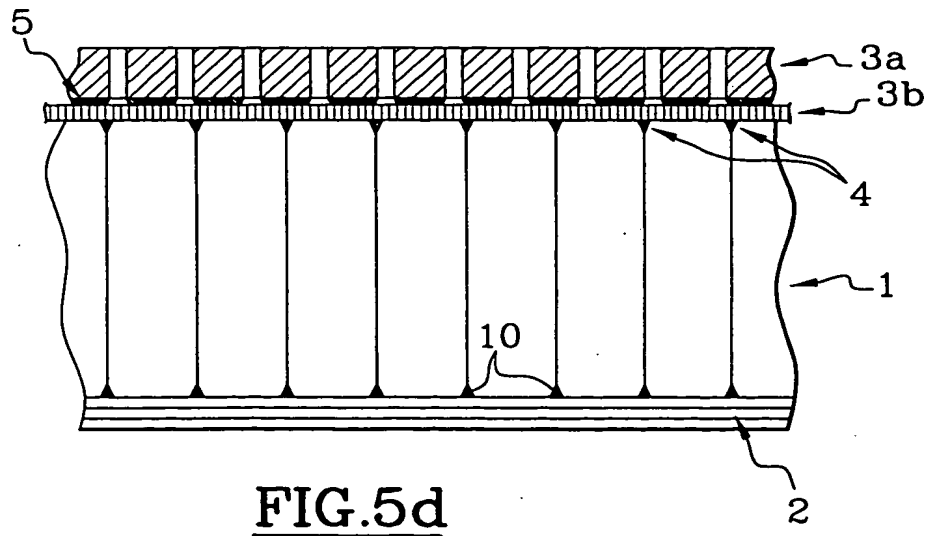
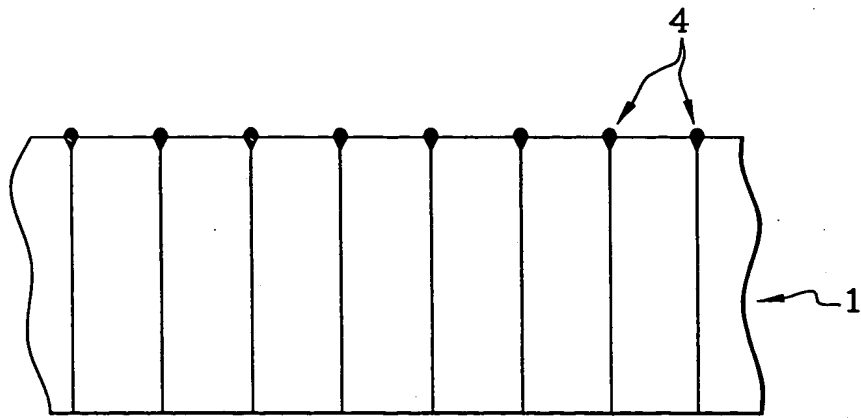
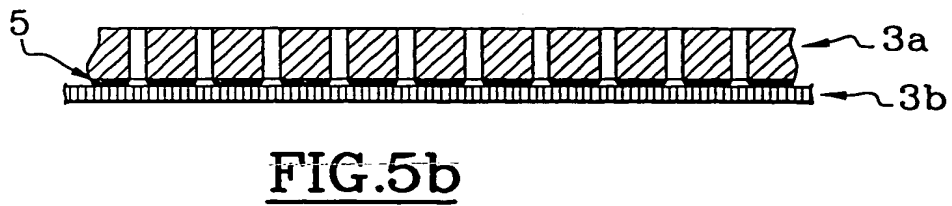
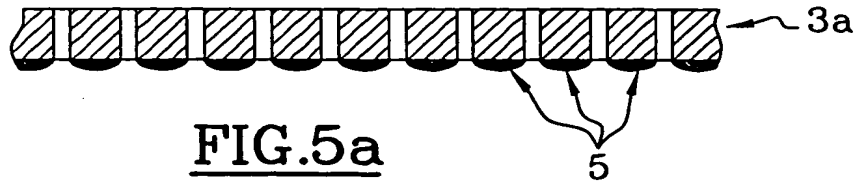


FIG. 4



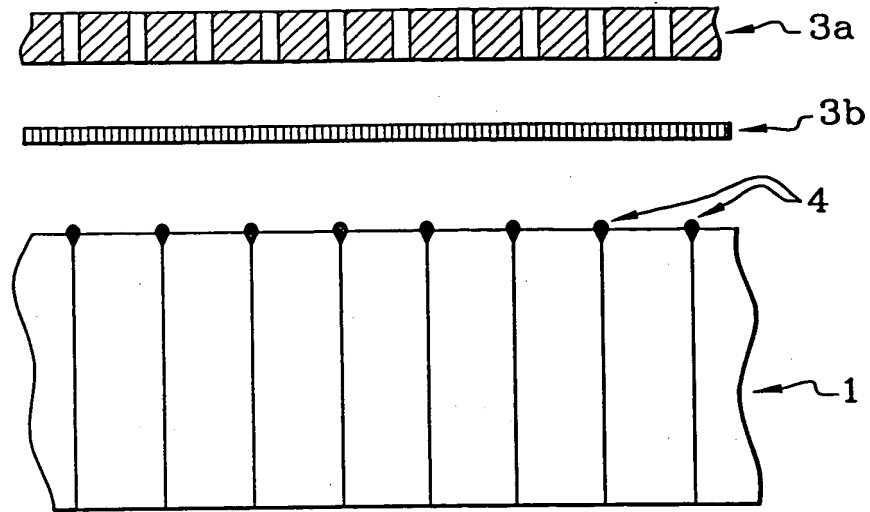


FIG. 5e

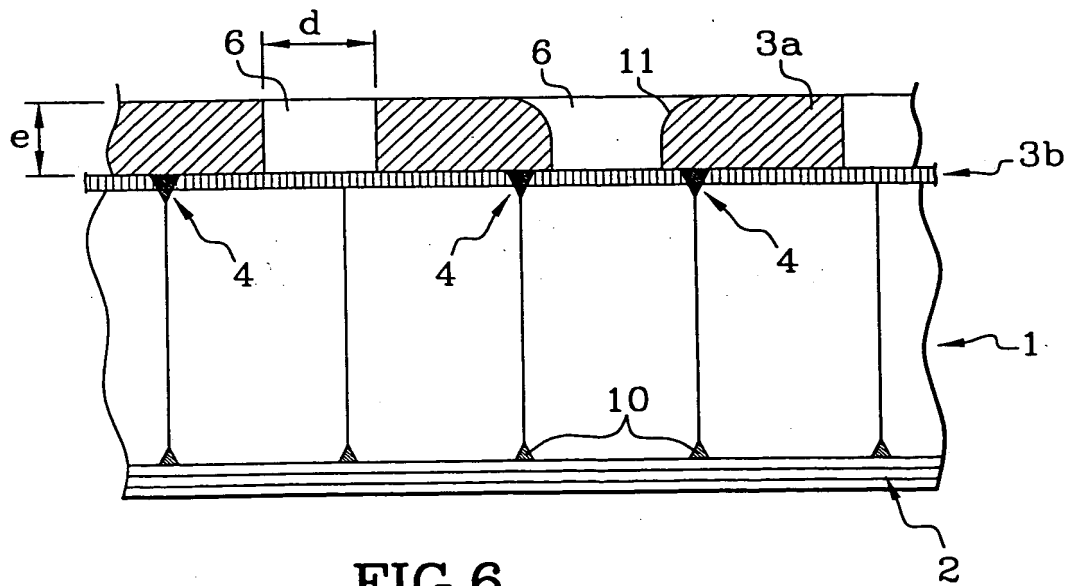


FIG. 6